

## Exercițiul 4

C.

```
class ShadyChoice {
    private volatile boolean getWhite = false;
    private volatile int last = 0;

    public string choose() {
        int me = ThreadId.get();
        last = me;
        if (getWhite)
            return "white";
        getWhite = true;
        if (last == me)
            return "red";
        else
            return "black";
    }
}
```

**Cazul cel mai nefavorabil (Worst Case):** Presupunem că accesarea funcției `choose` se face simultan de către  $n$  thread-uri. Definim următoarele evenimente:

- Evenimentul  $e_0$ : setarea `last = me` la timpul  $t_0$
- Evenimentul  $e_1$ : verificarea `getWhite == true` la timpul  $t_1$
- Evenimentul  $e_2$ : setarea `getWhite = true` la timpul  $t_2$
- Evenimentul  $e_3$ : verificarea `last == me` la timpul  $t_3$

Unde timpii  $t_0$ ,  $t_1$ ,  $t_2$  și  $t_3$  sunt aceiași pentru toate cele  $n$  thread-uri, iar  $t_0 < t_1 < t_2 < t_3$ , conform ordinii de execuție. Întrucât accesul este simultan, rezultă următoarele:

- Conform relației  $t_1 < t_2$ , niciun thread nu va obține culoarea “white”.
- Conform relației  $t_0 < t_3$ , fiecare thread rescrie imediat valoarea precedentă, valoarea finală în `last` fiind cea a unui thread  $i$ . Astfel, pentru  $n - 1$  thread-uri, condiția `last == me` va fi falsă, ceea ce înseamnă că acestea vor obține culoarea “black”, în timp ce thread-ul  $i$  va primi culoarea “red”.

**Cazul mediu (Average Case):** În orice situație în care există o deviație de timp între thread-uri, va exista un thread  $T_i$  (unde  $1 \leq i < n$ ) al cărui timp  $t_2$  va fi mai mic decât  $t_1$  pentru  $n - i$  thread-uri (care, în consecință, vor primi culoarea “white”). Cele  $i$  thread-uri simultane cu  $T_i$  vor avea id-ul suprascris, ultima valoare a variabilei `last` fiind:

- $i$ , dacă  $t_3$  (al thread-ului  $i$ )  $< t_0$  (pentru orice thread  $j \in \{i+1, n\}$ ), caz în care  $T_i$  primește culoarea “red”
- sau  $j$  pentru orice  $j \in \{i+1, n\}$  în caz contrar, astfel încât  $i$  thread-uri primesc culoarea “black”.

În concluzie, cel mult un singur thread va primi culoarea “red” și cel mult  $n - 1$  vor primi culoarea “black”.